ChinaXiv合作期刊
图书情报工作
第66卷 第4期 2022年2月

科研团队学:内涵、进展与展望*

黄颖[1,2,3] 李瑞婻[1] 刘晓婷[1] 张琳[1,2,3]
[1] 武汉大学信息管理学院 武汉 430072 [2]武汉大学科教管理与评价中心 武汉 430072
[3] 比利时鲁汶大学 ECOOM 研究中心 鲁汶 B-3000

摘 要:[目的/意义]团队协作被认为是解决复杂科学和社会挑战的有效方法之一,通过明晰团队与团队科学的相关概念,系统梳理科研团队学这一新兴交叉领域的发展进程及现状,以期深化相关学者对该领域的认知与理解。[方法/过程]应用科学计量、系统综述、知识图谱等方法,在厘清团队与团队科学相关概念及内涵的基础上,梳理科研团队学的兴起和演化,进而从研究方法、研究工具、主要研究内容三个方面出发,总结当前科研团队学领域的主要研究进展,并对未来可能的发展方向进行展望和讨论。[结果/结论]科研团队学这一新兴的跨学科领域综合利用多种定量与定性研究方法,在科研团队学的理论与模型、团队的特征与运行、团队的组织与发展、团队的测度与评估四个方面已有显著进展,未来该领域在定量研究方面潜在的努力方向主要包括:聚焦科研团队合作过程和结果,识别和量化团队效能影响因素;关注不同学科领域的团队合作特征,探索团队科学定量评估方法;关联交叉科学领域的研究成果与发现,探讨最佳团队合作模式;借鉴科学计量学理论与方法,加深对团队科学发展规律的认识和理解。

关键词:团队科学 科研团队学 科研团队 SciTS 跨学科研究
分类号:G301
DOI:10.13266/j.issn.0252-3116.2022.04.005

1 引言

当前人类面临的科技与社会问题日益复杂,大多超越了传统的单一学科边界,而跨学科、跨组织和跨越地理边界的协作被认为是解决这些复杂科学和社会挑战的有效方法之一。从发展进程来看,20世纪90年代以来,人们对大规模、基于团队的研究项目的兴趣和资助不断增加,团队合作在多个领域中得到了关注与推广,同时团队规模不断扩大并且逐渐超越了地理位置的界限[1]。此外,团队在跨学科实践中也发挥出愈发重要的作用。例如,在2015年瑞士艺术与科学院评选的"跨学科研究奖"中,洛桑联邦理工学院的建筑师E. Rey率领60名学生与城市管理局共同研究城市密实化问题,采用社会准则、生态准则和经济准则,开展了6种城市与建筑前景展望分析[2]。

虽然团队合作能够实现传统科学无法实现的科学突破,但也带来了许多前所未有的挑战,如团队成员多样化、深层次的知识整合、大规模、目标差异性、开放式边界、地域分散和任务依存性高等[3]。因此科研团队学(Science of Team Science, SciTS)(关于"Science of Team Science"翻译,笔者综合考量了当前国内外研究的主要内容和中文语境,意译为"科研团队学",而不是直译的"团队科学学")领域应运而生,以指导和帮助解决这些问题和挑战,促进科学家们的合作。具体来说,"科研团队学"是采用实证研究方式去考察科研团队是如何组织、交流和开展科研活动的新兴跨学科领域[3]。有研究显示,自2001年以来,科研团队学领域的出版物大幅增长[4]。但目前该领域的一些关键概念仍然较为模糊,观点尚未统一。在当前学科发展背景及实践需求下,本文在厘清团队与团队科学的相关概念及内涵的基础上,梳理了科研团队学的兴起及发展,进而从研究方法、研究工具、主要研究内容等三个

* 本文系国家青年科学基金项目"基于多源异构数据的新兴技术演化路径识别与预测研究"(项目编号:72004169)和国家自然科学基金面上项目"科研人员职业生涯的性别差异和影响机理研究:合作、流动与学术表现"(项目编号:71974150)研究成果之一。
作者简介:黄颖,副教授,博士,博士生导师;李瑞婻,博士研究生;刘晓婷,博士研究生;张琳,教授,博士,博士生导师,通信作者,E-mail:linzhang1117@whu.edu.cn。
收稿日期:2021-07-09 修回日期:2021-10-20 本文起止页码:45-55 本文责任编辑:杜杏叶

方面总结该领域的主要研究进展，并对潜在的发展方向进行展望和讨论，以期深化相关学者对科研团队学的认知与理解，为我国团队科学的研究与实践提供一些参考。

2　研究思路与相关概念

2.1　研究思路

本文基于现有的中英文文献，主要运用文献调研法，对科研团队学领域的研究内容及现状进行梳理和总结。其中，英文文献以 Web of Science 平台上的 SCIE/ SSCI/ A&HCI 数据库为数据源，以“TS = (" team science" or SciTS)”为检索式，获取 2006 – 2020 年期间发表类型为 Article 和 Review 的文献；中文文献以中国知网为数据源，以“SU = ((‘跨学科团队’ * ‘合作’) + ‘团队科学’ + ‘科研团队’)”来进行检索。同时，基于获取的中英文文献，对文献中涉及的重要参考文献进行回溯检索，并将多次检索的结果作为本研究的文献基础。

2.2　相关概念

2.2.1　团队

团队的概念最早起源于美国。1972 年，美国经济学家阿门 · 阿尔奇安 (Armen Albert Alchian) 和哈罗德 · 德姆塞茨 (Harold Demsetz) 在《生产、信息、费用与经济组织》一文中首次提出了团队生产理论，也第一次提出了“团队”的概念[5]。之后，国内外众多学者纷纷从多个角度对“团队”的概念进行界定，其中获得普遍认同的是斯蒂芬 · 罗宾斯 (Stephen P. Robbins) 在 1994 年提出的，团队是为了实现某一目标而由相互协作的个体所组成的正式群体[6]。而综合现有的研究成果来看，当今学术界认同的团队定义是指由一些才能互补并为负有共同目标、标准和责任而相互依赖的个体所组成的正式群体[7]。

在团队科学的范畴中，“团队”更倾向于指“研究团队”或“科学团队”或“科研团队”。根据 J. Rey-Rocha 等的观点，“团队”一词在科学的语境中可以从产出和输入两个角度进行定义：在基于产出的角度中，团队是指合作者；而在基于输入的角度中，团队是指基于现有的行政安排，属于同一行政单位的成员所组成的群体，即指同事[8-9]。Y. Liu 等认为以上观点忽略了跨学科团队，该类团队的成员通常属于不同的行政单位，因此他们建议从团队的定义中删除对行政单位的限制，认为研究团队是指将团队成员通过组织和合作形成一个整体，且在整体的运行过程中，通过每一位成员的努力来实现一个共同的目标，即通过共享信息、资源和专业知识，以研究和发现新现象、新事物，或提出新理论、新观点等[9]。

而在实际的研究分析中，许多研究人员更倾向于产出的角度，将一篇文章的共同作者视为一个科研团队，以探讨与团队科学相关的宏观问题；也有一些学者会基于合作者的角度，设置一些与合作相关的阈值 (如，合作者合作发文的次数、频率等)，来限制和缩小合作者的范围，进而从中识别出团队成员[10, 11]。但理论上，从合作发文的角度出发，定义的 (虚拟) 团队可能并不是准确的，因为一篇文章可能是由多个属于不同团队的学者共同撰写的，这会造成虚拟团队可能并不是实际意义上的科研团队，而仅是指“合作者”[10]。因此，相较而言，使用实体团队 (如实验室团队、项目团队等) 的数据集来研究团队合作可能会更加有效和准确，但目前的困境是现有的实体团队的数据集规模还相对较小，而构建这样的数据集往往需要一定的时间与人力成本。

2.2.2　团队科学

团队科学起源于医药健康领域，以发展综合理论和解决复杂研究问题为发展目标[12]。美国国家卫生研究院 (NIH) 第一次将团队科学定义为：在不同医药健康领域接受过培训的、具有一定专长的团队成员一起工作，并在工作的过程中，将他们的知识、技能和观点整合到临床研究项目中[3, 13]。目前，该定义也被很多学者视为是团队科学的黄金标准。在该定义的基础上，许多学者和机构也对团队科学的概念进行了延伸和补充。例如，K. Hall 等认为，团队科学指的是在复杂的社会、组织、政治和技术环境中以团队的方式进行研究的方法，且这些环境会对工作的开展产生很大的影响[14]。《增强团队科学的效能》(*Enhancing the Effectiveness of Team Science*) 报告中指出，“团队科学”指小型科研团队 (10 人以下，含 10 人) 或大型科研团队 (10 人以上) 所开展的合作研究[3, 15]。这种合作研究需要科研团队作为一个整体，通过内部成员之间的互动，共享和交换信息、资源和专业知识，以形成新的见解和解决方案，进而实现一个共同的目标。因此，团队科学本质上意味着研究如何通过共享信息、资源和专业知识来发展科学，而由于团队形成的基础是协作，因此对团队的研究自然包括对协作的研究[9]。

此外，还有很多学者认为，团队科学通常意味着跨学科 (多学科、交叉学科和超学科) 合作，也就是说通常所说的团队科学，大多数情况下可能是指跨学科团

队所开展的合作研究[4]。另外,尽管通常团队是由几个人组成,但是事实上一个人也可以独立进行跨学科研究[9,16]。因此一个人也可以被视为单人团队,一种特殊的团队形态。

综上,本研究认为:本质上,团队科学与跨学科研究的关系非常密切,它是一种通过团队合作,基于收集和整合多个学科的信息、数据、技术、理论,以获得对问题的基本理解,并可以有效帮助解决超越单个学科或领域的问题的方法与策略。

2.2.3 科研团队学

科研团队学是一个正在兴起的跨学科领域,专注于理解科研团队如何发起、组织、交流、开展科研活动等的过程[1]。作为科学研究(Science Studies)的一个分支,科研团队学是对团队科学条件、合作过程和成果进行理解、管理和评价,并使研究结果转化为新的科学知识、进展、临床实践和政策[13]。

《增强团队科学的效能》报告中指出,科研团队学是个新兴的跨学科领域,它采用实证研究方式去研究科研团队(大型和小型科研团队)组织、交流和开展科研活动的过程[3]。它关注的是如何理解和管理那些促进或阻碍合作研究(包括转化研究)效能的环境,包括理解团队如何通过沟通、联系和协作来实现科学突破,而这些突破通常是难以通过个人努力或简单的加法实现的。如同其他新兴领域一样,目前学术界对于科研团队学的描述和界定并不统一,但其专注于理解和加强团队科学的组织、过程和结果的观点,已得到该领域研究者的普遍认同[9,17]。

3 科研团队学的兴起与发展

3.1 科研团队学的起源

尽管一直以来,有关团队、合作等方面的成果层出不穷,但科研团队学领域的正式建立最早可以追溯到2006年。2006年10月,美国国立卫生研究院(NIH)下属的美国国家癌症研究所(NCI)发起了国际科研团队学年会(Annual International Science of Team Science Conference),会议的目标是讨论和解决该领域中的分歧和空白,促进科研团队学领域知识的融合,并确定未来该领域中的关键研究问题[17]。该会议标志着该领域的正式启动,成为一个具有独立研究方向的新分支[18]。自此,科研团队学领域的研究人员开始通过调研专家和关键利益相关者的意见制定了该领域的研究议程,并不断产出大量有关科研团队学的文献,推动了该领域的快速发展。

3.2 科研团队学的发展

3.2.1 学术团队与组织

随着团队科学的发展,人们迫切地需要切实指导来应对挑战,并进一步激发其解决科学和社会问题的潜力。为提供此类指导,2013年,美国国家科学基金会(NSF)要求美国国家研究委员会(NRC)成立了一个由13位成员组成的科研团队学委员会(Committee on the Science of Team Science)。该委员会致力于发现和探明影响科研团队效能的个人、组织和环境因素,及其影响机制。该委员会于2015年5月在美国国家科学院出版社推出了一本题为《增强团队科学的效能》的研究报告。该报告主要关注了科研团队合作效能的影响因素,如团队动态、团队管理、体制结构和政策等,探讨了当前影响科研团队效能的主要挑战,并给出了7个重要问题:①个体因素(如对不同观点的开放性)将如何影响团队动态(如凝聚力),反过来,个体因素和团队动态又将如何影响科研团队的效率和生产力?②科研团队、研究中心或研究所的哪些因素(如团队规模、团队成员、地域分布)会影响科研团队的效率?③不同的管理方法和领导风格如何影响科研团队的效率?④当前终身任职和晋升政策如何承认和激励从事团队科学的学术研究人员?⑤哪些因素影响了管理和支持团队协作科学的研究组织(如研究中心和研究所)的生产力和效率?⑥人力资源政策、实践和网络基础设施等组织因素如何影响团队协作?⑦在学术机构、研究中心、行业和其他环境中,需要什么样的组织结构、政策、实践和资源来促进高效的科研团队[3,15,19]?

随着科研团队学的不断发展,该领域已经召开了许多有关团队科学主题的重要会议,其中最具有代表性的是国际科研团队学会议(International Science of Team Science Conference)。2010年4月,作为科研团队学这一新兴跨学科研究领域的最初倡导者,美国西北大学临床与转化科学研究所(NUCATS Institute)在芝加哥主办了首届国际科研团队学年度会议[20]。该会议每年都聚集来自多个领域的领导者,针对团队科学的关键问题进行讨论,旨在增强人们对如何更好地参与团队科学以满足社会需求的理解。自2010年开始,该会议每年举办一次,至今已成功举办了12届。

3.2.2 研究成果与影响

与此同时,团队科学的相关研究成果也相继发布。以Web of Science数据库为数据源,共得到396篇英文文献。在2006年以来,该领域的文献成果数量一直在

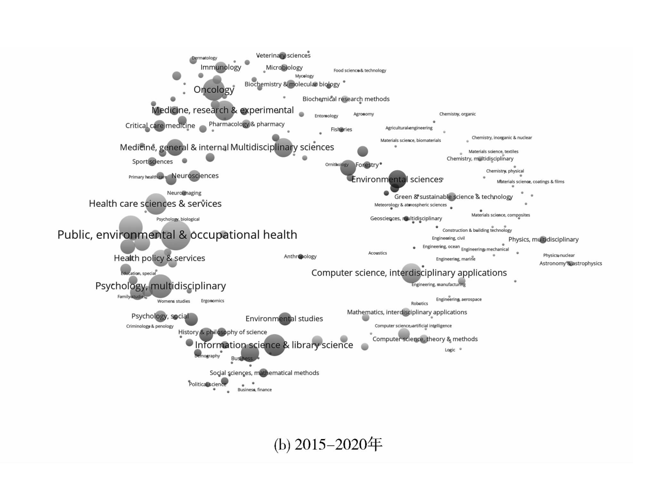
增长，特别是 2015 年以来，呈现出了迅速增长的趋势。由于团队科学所具有的巨大潜力，预计未来仍有较大上升空间。

从研究领域的文献所属国家/地区分布上来看，美国（341 篇）在该领域内占据绝对的主导地位，其次是加拿大（26 篇）、英国（18 篇）和中国（16 篇）。从文献数量上来看，目前中国与美国在该领域的研究成果上差距明显，未来可能需要进一步增加对科研团队学领域的关注与投入，促进国内团队科学的理论和实践发展。

作为一个正在兴起的新兴跨学科领域，科研团队学也与许多其他领域中的方法、工具、知识不断地交叉融合。科学覆盖图（Science Overlap Mapping）作为一种科学领域或组织机构等基本元素之间关系的呈现方式，可以用来直观地展示某学科领域的学科交叉程度以及相似度较高的学科类簇[21]。因此本研究希望以学科覆盖图的方式来进一步地展示该领域论文的学科分布，如图 1 所示。其中，图中每个节点表示一个 WoS 分类，节点大小表示对应学科的论文数量。整体情况来看，科研团队学领域与医学研究与实验（Medicine research & experiment），内科－普通内科（Medicine, general & internal），医疗保健科学与服务（Health care science & services），肿瘤学（Oncology），公共、环境与职业卫生（Public, environmental & occupational health）的关系最为密切，这与该领域起源于医药健康领域有很大的关系。其次，该领域的知识也融合了较多来自图书情报科学（Information science & library）、计算机科学－跨学科应用（Computer science, interdisciplinary applications）、环境科学（Environment sciences）、多学科科学（Multidisciplinary sciences）等领域的内容，说明这些领域与团队相关的研究非常相关，可以产生较多交叉科学成果。

而从左右两图的对比来看，在后一个阶段中，科研团队学领域的学科分布更加均匀，并出现了许多在上一个阶段中未出现的学科领域，这说明了作为跨学科领域，该领域的知识正在向更多的其他领域扩展和延伸，与其他领域的知识交叉融合程度变高。

(a) 2006–2014年



(b) 2015–2020年

图 1　基于 Web of Science 的“科研团队学”学术论文的学科覆盖图

4　科研团队学的主要研究进展

4.1　研究方法

科研团队学领域的兴起是为了从实证的角度，为资助机构、管理者和科学家提供评估科研团队价值，以及成功领导、参与、促进和支持科研团队的策略。作为一个跨学科领域，科研团队学希望可以综合和借鉴一系列相关学科和领域的方法、概念和理论，例如科技政策学、经济学等，来对本领域内的研究问题进行解决[14]。

在研究方法方面，通常既会涉及到定量方法，如数据挖掘、数据统计、复杂网络、模式分类、问卷调查、文献计量分析等，也会涉及社会学中的人种学观察、个案研究、访谈等定性方法[18]。在运用这些方法进行研究时，其主体思想有以下三种[1]：①对团队进行测试，使其能够完全按照研究者的测试意图进行运行，然后对测试团队的运行结果进行综合评估，以此达到对团队进行研究的目的。②对团队的日常运行行为进行数据采集、数据分析和预测，通过定量与定性相结合的方法对团队进行观测与分析，从而达到研究的目的。③综合运用上述两种方法对团队进行分析，以解释科研团队学的形成以及识别推动团队变革和产生研究进展的因素。

目前来看，该领域的实证研究中，大部分的研究成

果运用的是描述性的方法,重点关注和分析了团队合作模式。这些研究大多依赖于已有的数据,很少受到理论框架的指导,这突出了目前对复杂方法设计的需求,包括多元设计、因果分析、实验或数据密集型计算等方法[14]。因此,未来该领域的研究首先需要超越简单的观测设计和线性模型,采用能够解释团队复杂性的方法,这将会有助于增加我们对科研团队学的发展阶段和特征的理解。同时,定性研究方法在该领域的研究中也可以发挥重要作用,例如案例研究法,其可以用于分析理论的产生和指标的发展,以及实践环境中的复杂交互因素。

4.2 研究工具

由于团队合作的复杂性,当前想要获得有关团队科学、科学合作、跨学科研究等方面的信息和资源对于科研人员来说是非常具有挑战性的[10]。目前研究人员们已开发出了一些可用于支持团队科学研究的工具,比较常用且有代表性的工具有:Team science toolkit、Toolbox project、Teamscience. net、Research toolkit、VIVO 等。例如,Team science toolkit(团队科学工具包)是美国国家癌症研究所(NCI)开发的一种交互式网络工具,它鼓励研究人员分享自己的成果和实践,促进相互合作,旨在为团队科学和跨学科的研究提供支持。美国西北大学开发的 Teamscience. net,旨在创建、评估和传播持久的、易于获取的在线学习资源,以提高进行跨学科、基于团队的转化研究所需的技能。此外,Science of Science (Sci2)工具(http://sci2. cns. iu. edu)可以支持在微观(个人)、中观(地方)和宏观(全球)层面对学术数据集进行时间、地理空间、专题和网络分析,以及可视化。研究人员可以通过使用该工具,运用先进的数据挖掘算法和可视化来绘制科学的结构和动态,以促进对科学和技术发展的理解。

4.3 主要研究内容

已有研究显示,科研团队学的研究主题和研究内容非常广泛。为获得该领域的主要研究方向,H. Falk-Krzesinski 等根据领域专家的意见,结合统计分析等定量方法,得出了一个概念框架,该框架确定了 7 个研究方向(团队科学的测量与评价、团队科学的定义与模型、团队的制度支持与专业发展、学科动态与团队科学、团队的结构与环境、团队的管理与组织、团队的特征与动态),及其在该领域中的相对重要性[4]。此外,K. Hall 等回顾并梳理了该领域的实证研究,发现相关研究主要围绕五个关键主题:团队科学的价值、团队组成及其对团队科学绩效的影响、科研团队的形成、团队有效运作的核心过程以及制度对团队科学的影响[14]。

根据二八定律,本研究结合被引频次等特征对国内外重点文献进行筛选,通过对重点文献的梳理,以下将从科研团队学的理论与模型、团队的特征与运行、团队的组织与发展、团队的测度与评估 4 个方面,对国内外科研团队学领域的成果和现状进行简要介绍。

4.3.1 科研团队学的理论与模型

在概念及理论方面,目前有许多研究针对科研团队学的本质问题进行了一些探索。M. Little 等以 NIH 提出的团队科学概念为基础,通过系统回顾 2005-2015 年产生的科研团队学文献,论证了团队科学是跨专业合作实践的一个维度[13]。W. Bedwell 等认为多学科或跨学科合作是一种综合性的、多层次的概念,需要具有一种整体的协作观[22]。同时复杂适应性系统是理解协作关系形成过程中动态的框架[23]。P. Ramos-Villagrasa 等采用系统回顾的方法,梳理了团队作为复杂适应系统(Complex Adaptive Systems,CAS)的观点,以促进更好地理解团队和团队科学[24]。M. Beyerlein 等提供了一个框架,用于理解复杂系统中的多层次合作[25]。E. Vico 等在以往研究的基础上,开发了一种新的概念工具,以用于分析当代学术合作在微观层面上的组织方式,以及产生的宏观层面的社会和经济影响[26]。

在模型方面,许多研究成果通过引入其他领域的理论或模型来讨论团队科学的性质,以促进对团队科学的理解。M. Tavel 和 D. Markovits 提出,细胞发育的"表观遗传"模型(目前用于理解复杂的疾病,如糖尿病和阿尔茨海默氏病)可被用作描述和分析创新团队功能[27]。W. Lawless 用热力学理论来解释科学、科学家和科研团队的相互依存关系[28]。K. Wooten 提出可以用悖论理论来研究、理解和发展科研团队学,因为团队科学涉及到不同个体、学科、意识形态和方法的合作与整合[29]。

此外,许多成果还从实践中,总结出了许多对多学科团队合作至关重要的因素或者构建了相关模型,用于指导实践。例如,N. Hara 等通过收集和分析一个分布式多学科学术研究中心成员的相关合作经历、对合作的看法以及中心运行第一年的工作实践数据,获得了一个可以识别科学家之间的合作形式和影响因素的框架,为类似分布式多学科研究中心的建立及成员之间的合作提供了有益参考[30]。S. Paletz 讨论了对成功的多学科团队合作至关重要的四个方面:共享的心理模式、沟通独特的信息、冲突和类比[31]。H. Patel 等

通过实施欧洲综合项目 CoSpaces，开发出一个模型——CoSpaces 合作工作模型（CCWM），确定了合作中涉及的七大类因素：环境、支持、任务、互动过程、团队、个人和总体因素，并将其归纳为一个框架，以指导实践工作[32]。

4.3.2 团队的特征与运行

团队的内部特征及运行过程是影响跨学科团队合作过程及效果的根本因素。其中，团队的组成是决定团队结构和运行过程的重要方面，团队的形成（组建）是团队成员之所以能够组成团队的根本原因，而团队运行过程是团队合作效果的有效保证。

（1）团队组成。无论是自组织、项目组织，还是机构组织形成的科研团队，它们都是为了达到某种目标而组建的、有目的的组织，因此团队的构成尤为重要[10]。团队包含的成员一般具有相似的属性，如性别、种族、年龄、国籍、宗教信仰、工作经验、学历、能力、工作态度、学科、地理位置等。团队组成也体现了团队成员的特征属性，部分重要属性如表1所示[9]：

表1 团队组成的重要属性

属性	描述
性别	全部为女性、混合、全部为男性
国家	同一国家或多个国家
大学	同一所大学或涉及多所大学
大学的级别	当研究人员属于不同的大学时，他们是否都属于顶级大学、低层次大学或多种级别混合
母语	研究人员使用相同的母语或使用不同的语言
跨学科性	成员属于同一学科或可以组成多学科团队
部门	同一部门（大学、工业、政府、医院）或多部门
宗教	包括被无神论者，这在自然科学中可能不那么重要，但可能对于社会科学领域的团队来说是很重要的
年龄	较年轻的科学家与较年长的科学家
级别	从博士生到正教授（在大学团队中）

（2）团队形成。团队组成和团队形成（组建）是有一定区别的，团队组成的相关研究主要集中在什么因素以及这些因素如何影响团队绩效，而团队形成（组建）问题的目的是通过找到具有不同技能的个体共同组成一个团队来执行一项任务[10]。团队形成（组建）的过程，可以看作是一个 NP 难题（NP-Hard 或 NPH），即要找到一群能够贡献自己的努力，以最小的沟通成本完成特定任务的个体[33]。在影响团队形成的因素方面，K. Hall 等总结了物理接近性、社会关系、网络中间人、先前合作经验是影响科研团队组建的重要因素，并对相关研究现状进行了回顾[14]。

（3）团队运行。从广义上讲，团队合作是指团队成员通过协作来实现任务目标的过程[34]。而团队运行指的是通过团队投入转化为团队产出的活动，如团队效率和满意度[34]。也就是说，在团队运行的过程中，团队成员需要相互合作，分享知识与观点，以达到有效和满意的结果。其中，良好的团队运行需要有效的领导和管理技能、信任和沟通等[35]。

已有文献概述了团队运行过程中包含的3种团队状态和过程：认知状态、情感状态、行为过程[36]。例如，在认知状态方面，来自团队科学研究的证据表明，团队认知与团队绩效之间存在着紧密的关系[37]。而提高跨学科团队绩效的一个关键特征，是团队成员之间共享心理模式的建立[14]。此外，除了以上3种状态或者过程会影响整个团队合作目标的实现外，在团队运行的过程中，团队领导力和沟通也是影响团队凝聚力、满意度及合作效率的重要因素。

4.3.3 团队的组织与发展

团队合作除了受到内部因素的影响，也会被所处的外部环境所影响，而在适当的时候提供相关的教育、培训和资源，可以支持跨学科研究团队的发展和进步[38]。

（1）制度和组织因素。已有文献表明，制度和组织因素——包括建筑环境、组织结构和可用资源，都会影响科研团队的形成和生产力[14]。例如，跨学科研究中心可以促进跨学科合作，以及产生更高整合程度的跨学科产品、更具创新性的研究工作和更高的生产力[14]。同时可用资源是团队合作的保证。一般来说，资源的可用性有助于协作，并与生产力的提高、更大的影响力和维持大型团队的能力相关[14]。其中，资助机构的支持对于实现跨学科的潜在增值至关重要，特别是在促进和支持大规模跨学科研究计划的合作和整合方面[39]。还有研究表明，更复杂的合作可能需要更强大的资源和对协调战略的更多关注[14]。而从某些角

度来看，复杂的合作可能意味着将带来更多的团队多样性。然而，有研究发现那些异质性和多样性较高的团队不太可能得到资助机构的资助，这也表明目前资助机构的评估过程可能会对多样化团队存在偏见[40]。此外，机构的文化、政策、工作流程等也会对团队的管理与协调造成一定的影响。例如，有研究认为在外部因素中应重点关注文化的作用和影响，因为文化不仅可以在团队内部发挥作用，而且还通过外部环境影响团队效率[9]。

（2）培训与教育。科研人员要开展跨学科协作，不仅需要具备专业知识，还需要具备良好的协作能力和技巧。而一直以来，团队科学培训和教育都被普遍认为是提升团队协作技能和能力、提高团队合作效率的有效途径之一，同时也是促进科研团队学领域发展的重要动力[41]。具体到协作能力方面，团队科学成功所必需的协作技能和能力有很多类型[42-43]。例如，人们通常更加关注沟通技能和领导力的发展和提高[44-45]。因此在相关能力的培养和培训中，沟通和领导技能受到了更多关注。此外，团队成员进行跨学科交流和协作的能力可以通过各种培训和教育策略来增强，这些策略包括短期的，也可以是针对特定项目的方法[46]。

4.3.4 团队的测度与评估

团队科学的重点是理解和加强团队合作的过程和成果，而测量和评价是衡量团队科研活动效果的重要手段，也是评估各种因素对团队合作效果产生影响的重要方式。

从已有研究来看，团队绩效是评估的重点，且较多成果使用了文献计量学方法来评估团队的产出和影响[14]。文献计量不仅可以用来分析团队成果，还可以与其他研究方法相结合，如问卷调查、访谈法、社会网络分析法等，来讨论多种内外部因素对团队产出和绩效的影响。若将团队看作一个整体，那么可以进行测量和评估的产出维度包括出版物、引用、应用、质量、社会效益、创新等多个方面，具体见表2[9]。

与科研人员个体评价最大的不同之处在于，团队评估不仅要对研究的成果和影响进行评估，同时需要对团队合作过程进行测量和评估。团队合作过程具体包括团队成员之间是如何互动、沟通和合作的。在整个科学合作的过程中，团队成员可以看作是一个整体，团队执行各种任务的能力可以被视为集体智慧[47]。

表2　可测量和评估的团队产出因素

因素	可能的研究问题
出版物	某一个特定的团队组成是否发表更多（更少）？
引用	某一个特定的团队组成是否会收到更多的引用？
应用	某一个特定的团队组成会带来更多的专利吗？
质量	哪种团队组成能带来更高的研究质量（如何定义和衡量质量）？
社会效益	哪种团队组成能带来社会效益最高的结果（如何定义和衡量社会效益）？
创新	哪种团队组成产生的科学成果最具创新性或颠覆性？

有研究发现，集体智慧与群体成员的平均或最大个人智力没有强烈的相关性，但与群体成员的平均社会敏感性（个人与他人合作的程度）以及女性在群体中的比例等有关[48]。也有研究认为，影响团队集体智慧的两方面因素分别是团队组成（例如，成员的技能、多样性和智力等）和团队互动（例如，结构、过程和规范等）[47]。还有关于团队绩效的研究指出，团队的绩效和创造力更多的是与团队中互动的社会过程有关，而不是个人的个性特征[49]。且对团队的创造力和创新的分析发现，团队成功的关键预测因素有三个：团队成员、合作规则和互动模式[49]。由此可以看出，团队合作过程是影响团队合作成功的重要因素。

与测度团队产出不同，对合作过程的分析一般会需要用到问卷调查、访谈等定性方法。为了衡量团队互动的有效性或者探究某些因素对团队互动的影响时，研究者一般采取量表的方式。例如，M. Salazar 等开发并测试了基于问卷调查的量表来测量跨学科团队的整合能力[50]。F. Martín-Alcázar 等为了探索研究团队内部关系的配置和结构，从关系维度、认知维度和结构维度出发，设计了一个用于测量科研团队的社会资本的量表[51]。而对于资助机构而言，则会非常关注在项目执行过程中的多个阶段，团队合作的合作过程和质量。目前也有研究提出了针对性的、测度项目协作水平的量表，以衡量项目合作者之间的协作情况[52]。

5 总结与展望

随着科学合作的逐步加深，科研团队学作为新兴的跨学科研究领域悄然兴起。从学科发展的生命周期来看，学科的发展过程可以划分为孕育期、成长期、发展期、成熟期和蜕变期[53]。具体到科研团队学，虽然目前该领域的学术论文、书籍、研究报告、工具、学术会议等不断增加，也出现了一批专注研究团队科学的机构，如美国西北大学临床与转化科学研究所、美国国立

卫生研究院等，但该领域尚未建立一套完全成熟的理论和方法体系，以及较为成熟、得到公认的学科范式。因此综合来看，当前科研团队学的发展状态还处于成长的初期阶段（学科形成阶段），尚未成为一门成熟的、真正意义上的“学科”。

科研团队学的关键研究问题是理解科研团队是如何工作的，以及是什么因素导致了团队合作的成功或失败。识别影响团队合作过程和结果的因素，并对它们进行测度和评估，以找到最佳的团队合作方式是该领域的重要发展目标。而该领域中的定量研究问题与科学计量有着莫大的关联，因此还应积极地从科学计量学领域中汲取养分。因此，未来科研团队学的研究，尤其是量化角度的研究，主要的切入点包括如下 4 个方面：

（1）聚焦科研团队合作过程和结果，识别和量化团队效能影响因素。团队效能是团队运作和发展必不可少的条件。在一个团队中，团队实现其目标的能力被称为团队效能，其会为团队成员带来合作动力（例如，团队成员的满意度和合作意愿等），也会影响团队的研究成果[3]。因此团队效能的评估不仅关注团队成果，还关注团队合作过程。影响科研团队效能的因素是多方面的，包括个人、团队、组织多个层次的因素。从定量的角度来看，识别团队合作过程和结果的影响因素，并进行指标量化，是评估团队科学的关键。这就要求学者们不仅要找到影响团队效能的因素，还要思考如何进行指标量化，特别是与团队合作过程相关的因素。

（2）关注不同学科领域的团队合作特征，探索团队科学定量评估方法。由于所处研究领域的不同或者团队发展目标的不同，不同类型的科研团队可能会具有不同的团队合作过程，产生不同类型的研究成果。例如注重基础研究的团队可能会产出大量的论文，注重成果转化和技术应用的团队可能会产生许多专利技术；特别是在跨学科团队合作的背景下，甚至有一些团队会产出多种类型的成果，而它们的团队合作过程中也可能具有非常大的区别，因此未来需要继续探索适合不同类型科研团队的评估方法。而评估科研团队与评估科学家个人在指标和方法上可能具有很大的不同，会涉及到许多社会学、管理学、心理学方面的知识，可能需要用到多种混合方法，才能进行准确测度和评估。因此学者们还需要转变评价思路，从评估科学家个人转换到科研团队上，对现有的指标和方法进行改进和完善。

（3）关联交叉科学领域的研究成果与发现，探讨最佳团队合作模式。寻求最佳的团队合作方式是科研团队学领域的重要发展目标。由于团队科学的目标主要是为了解决一些重大的、复杂的社会科学问题，所以团队科学成果大多是具备跨学科性的。因此团队科学的测度与评估与交叉科学有着非常密切的关系，所以未来可以将科研团队学与交叉科学研究相关联，探索是否存在最佳的团队合作模式，不同学科领域的最佳团队合作模式是否存在差异，以及究竟应该如何确定最佳团队合作模式等问题。

（4）借鉴科学计量学理论与方法，加深对团队科学发展规律的认识和理解。科学计量学是用定量方法处理科学活动的投入（如科研人员、研究经费）、产出（如论文数量、被引数量）和过程（如信息传播、交流网络的形成）的研究领域[54]；而科研团队学则更加专注于对科研团队合作的条件、过程和成果的理解、管理和评价，以使研究结果转化为新的科学知识、进展、临床实践和政策[13]。未来有必要将这两个学科的理论、方法与研究发现结合起来，相互借鉴，以更好地对科学学的相关问题进行探索和解答。特别地，团队科学领域急需借鉴科学计量学理论与方法，从而加深对团队科学发展规律的认识和理解。例如，在科研评估方面，当前的评估指标与方法主要是针对科学家个人；而在团队科学的视角下，团队成员共同协作、共享成果，为避免由于荣誉分配的公平问题而导致的团队合作效能低下，甚至团队解散问题，团队科学领域的学者应借鉴科学计量学领域的相关研究成果，重点探索如何将个人评估与团队评估相结合，尤其是关于合作成果的荣誉分配等问题。

综上所述，团队科学研究还有诸多亟待探究的方向，当前很多国际学者对科研团队学的理论和实践表现出极大的研究兴趣，但国内学者现在对该领域的关注度还相对不足。希望本文可以抛砖引玉，吸引更多优秀学者加入该领域的研究中，也希望科研管理机构可以关注到团队科学研究背后的重要价值与意义，加大对该领域的资助和投入，推动团队科学在国内的有序发展。

参考文献：

[1] 王维，邱晓刚，张鹏. 科学团队理论及其对大型仿真研究的启

示［J］. 系统仿真技术，2013，9(1)：45－51.

［2］武夷山. 瑞士艺术科学院的"跨学科研究奖"［EB/OL］.［2021－09－26］. http://blog.sciencenet.cn/blog-1557-1118675.html.

［3］NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Enhancing the effectiveness of team science［M］. Washington，DC：National Academies Press，2015.

［4］FALK-KRZESINSKI H，CONTRACTOR N，FIORE S，et al. Mapping a research agenda for the science of team science［J］. Research evaluation，2011，20(2)：145－158.

［5］ALCHIAN A，DEMSETZ H. Production，information costs，and economic organization［J］. The American economic review，1972，62(5)：777－795.

［6］罗宾斯. 管理学[M]. 北京：中国人民大学出版社，2003.

［7］高虹，王济干. 基于内容分析法的创新团队内涵解析［J］. 科技管理研究，2014，34(10)：87－94.

［8］REY-ROCHA J，GARZóN-GARCíA B，MARTíN-SEMPERE J. Scientists' performance and consolidation of research teams in biology and biomedicine at the Spanish council for scientific research［J］. Scientometrics，2006，69(2)：183－212.

［9］LIU Y，WU Y，ROUSSEAU S，et al. Reflections on and a short review of the science of team science［J］. Scientometrics，2020，125(2)：937－950.

［10］YU S，BEDRU H，LEE I，et al. Science of scientific team science：a survey［J］. Computer science review，2019，31：72－83.

［11］WUCHTY S，JONES B，UZZI B. The increasing dominance of teams in production of knowledge［J］. Science，2007，316(5827)：1036－1039.

［12］FITZPATRICK J. Team science and team research：how are they the same?［J］. Applied nursing research，2017，38：179. DOI：10.1016/j.apnr.2017.10.019.

［13］LITTLE M，ST HILL C，WARE K，et al. Team science as interprofessional collaborative research practice：a systematic review of the science of team science literature［J］. Journal of investigative medicine，2017，65(1)：15－22.

［14］HALL K L，VOGEL A L，HUANG G C，et al. The science of team science：a review of the empirical evidence and research gaps on collaboration in science［J］. American psychologist，2018，73(4)：532－548.

［15］武夷山. 团队科学论所要回答的问题［EB/OL］.［2021－03－16］. http://blog.sciencenet.cn/home.php? mod = space&uid = 1557&do = blog&id = 887422

［16］NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Facilitating interdisciplinary research［M］. Washington，DC：National Academies Press，2005.

［17］STOKOLS D，HALL K，TAYLOR B，et al. The science of team science：overview of the field and introduction to the supplement［J］. American journal of preventive medicine，2008，35(S2)：S77－89.

［18］杨书卷. SCiTS："研发群体"科学的兴起［J］. 科技导报，2011，(11)：7.

［19］廖青云，朱东华，汪雪锋，等. 科研团队的多样性对团队绩效的影响研究［J］. 科学学研究，2021，39(6)：1074－1083.

［20］FALK-KRZESINSKI H，BÖRNER K，CONTRACTOR N，et al. Advancing the science of team science［J］. Clinical and translational science，2010，3(5)：263－266.

［21］RAFOLS I，PORTER A，LEYDESDORFF L. Science overlay maps：a new tool for research policy and library management［J］. Journal of the American society for information science and technology，2010，61(9)：1871－1887.

［22］BEDWELL W，WILDMAN J，DIAZGRANADOS D，et al. Collaboration at work：an integrative multilevel conceptualization［J］. Human resource management review，2012，22(2)：128－145.

［23］COSTA M. The interdependence of scientists in the era of team science：an exploratory study using temporal network analysis［D］. New York：Syracuse University，2016.

［24］RAMOS-VILLAGRASA P，MARQUES-QUINTEIRO P，NAVARRO J，et al. Teams as complex adaptive systems：reviewing 17 years of research［J］. Small group research，2018，49(2)：135－176.

［25］BEYERLEIN M，HAN S，PRASAD A. A multilevel model of collaboration and creativity［M］//REITER-PALMON R. Team creativity and innovation. Oxford：Oxford University Press，2018：195－224.

［26］VICO E，HALLONSTEN O. A resource-and impact-based micro-level conceptualization of collaborative academic work［J］. Aslib journal of information management，2017，69(5)：624－639.

［27］TAVEL M，MARKOVITS D. An epigenetic model of team-driven innovation[C]//Proceedings of the 7th annual international science of team science (SciTS) conference. Phoenix：Mayo Clinic，2016：55.

［28］LAWLESS W. A thermodynamics of interdependence - science，scientists，and scientific teams[C]//Proceedings of the 7th annual international science of team science (SciTS) conference. Phoenix：Mayo Clinic，2016：83.

［29］WOOTEN K. The use of paradox to study，understand，and develop scientific teams[C]//Proceedings of the 8th annual international science of team science (SciTS) conference. Florida：University of Central Florida，2017：44－45.

［30］HARA N，SOLOMON P，KIM S，et al. An emerging view of scientific collaboration：scientists' perspectives on collaboration and factors that impact collaboration［J］. Journal of the American Society for Information Science Technology，2003，54(10)：952－965.

［31］PALETZ S. Multidisciplinary teamwork and big data[C]//Pro-

ceedings of the 2014 workshop on human centered big data research. New York: Association for Computing Machinery, 2014: 32 – 35.

[32] PATEL H, PETTITT M, WILSON J. Factors of collaborative working: a framework for a collaboration model [J]. Applied ergonomics, 2012, 43(1): 1 – 26.

[33] LAPPAS T, LIU K, TERZI E. Finding a team of experts in social networks[C]//Proceedings of the 15th ACM SIGKDD international conference on Knowledge discovery and data mining. New York: ACM, 2009.

[34] DRISKELL J, SALAS E, DRISKELL T. Foundations of teamwork and collaboration [J]. American psychologist, 2018, 73(4): 334 – 348.

[35] BENNETT M, LEVINEFINLEY S, GADLIN H. Collaboration & team science: a field guide[C]//Digital poster presented at the first global conference on research integration and implementation. Canberra: Australian National University, 2013: 1 – 15.

[36] KOZSLOWSKI S, BELL B. Work groups and teams in organizations: review update [J]. Handbook of psychology, 2013, 12: 412 – 469.

[37] FERNANDEZ R, SHAH S, ROSENMAN E, et al. Developing team cognition: a role for simulation [J]. Simulation in healthcare: journal of the Society for Simulation in Healthcare, 2017, 12(2): 96 – 103.

[38] BILLINGS H, SMITH G, WEAVERS K, et al. Delivering the right education, training and resources at the right time to support the development and progress of multidisciplinary translational research teams in an academic health center[C]//Proceedings of the 6th annual international science of team science conference. Bethesda: National Institutes of Health, 2015: 64 – 65.

[39] LYALL C, BRUCE A, MARSDEN W, et al. The role of funding agencies in creating interdisciplinary knowledge [J]. Science public policy, 2013, 40(1): 62 – 71.

[40] BANAL-ESTANOL A, MACHO-STADLER I, PéREZ-CASTRILLO D. Key success drivers in public research grants: funding the seeds of radical innovation in academia? [EB/OL][2021 – 03 – 21]. https: citeseerx. ist. psu. edu/viewdoc/summary? doi = 10. 1. 1. 728.2453.

[41] SALAZAR M, DIAZGRANADOS D, LANT T, et al. Enhancing team science effectiveness through team training[C]//Proceedings of the 8th annual international science of team science conference. Florida: University of Central Florida, 2017:19.

[42] FIORE S, HOLT V, MCCORMACK W, et al. Learning and training for team science [EB/OL]. [2020 – 09 – 16]. https://www.scienceofteamscience. org/2013-sessions--learning-and-training-for-team-science.

[43] KHURI S, WUCHTY S. Core competencies in team science[C]// Proceedings of the 6th annual international science of team science conference. Bethesda: National Institutes of Health (NIH), 2015: 15.

[44] MOORE A. A team science approach to leadership development [C]//Proceedings of the 7th annual international science of team science conference. Phoenix: Mayo Clinic, 2016: 88 – 89.

[45] SCHULTZ J, BURGOYNE S, BALAKRISHNAN B, et al. SciCom meets SciTS. interdisciplinary teamwork for science communication training[C]//Proceedings of the 10th annual international science of team science conference. Michigan: Michigan State University, 2019: 48 – 50.

[46] STOKOLS D. Training the next generation of transdisciplinarians [J]. Enhancing communication collaboration in interdisciplinary research, 2014: 56 – 81.

[47] WOOLLEY A, AGGARWAL I, MALONE T. Collective intelligence and group performance [J]. Current directions in psychological science, 2015, 24(6): 420 – 424.

[48] WOOLLEY A, CHABRIS C, PENTLAND A, et al. Evidence for a collective intelligence factor in the performance of human groups [J]. Science, 2010, 330(6004): 686 – 688.

[49] CROSS J, LOVE H. Research team performance [EB/OL]. [2021 – 03 – 21]. https://i2insights. org/2017/01/17/research-team-performance/.

[50] SALAZAR M, LANT T, DEMICHELE A, et al. Measuring integrative capacity in interdisciplinary teams: scale development and testing[C]//Proceedings of the 6th annual international science of team science conference. Bethesda: National Institutes of Health (NIH), 2015: 99 – 100.

[51] MARTíN-ALCáZAR F, RUIZ-MARTíNEZ M, SáNCHEZ-GARDEY G. Assessing social capital in academic research teams: a measurement instrument proposal [J]. Scientometrics, 2019, 121(2): 917 – 935.

[52] FREY B, LOHMEIER J, LEE S, et al. Measuring collaboration among grant partners [J]. American journal of evaluation, 2006, 27(3): 383 – 392.

[53] 张松，张国栋，王亚光. 生命周期视角下新兴学科的生命发展评价研究 [J]. 科学学研究，2018，36(05)：776 – 782.

[54] 梁立明，武夷山. 简介科学计量学 [EB/OL]. [2021 – 09 – 27]. http://blog. sciencenet. cn/home. php? mod = space&uid = 1557&do = blog&id = 19355.

作者贡献说明:

黄颖:提出研究思路,论文撰写与修改;
李瑞婻:负责文献调研与梳理,论文撰写与修改;
刘晓婷:负责数据资料的整理和分析,修订论文;
张琳:负责框架思路的设计,修订论文。

黄颖，李瑞婻，刘晓婷，等.科研团队学:内涵、进展与展望[J].图书情报工作,2022,66(4):45－55.

Science of Team Science (SciTS): Connotations, Progress and Prospects

Huang Ying[1,2,3] Li Ruinan[1,2] Liu Xiaoting[1,2] Zhang Lin[1,2,3]

[1] School of Information Management, Wuhan University, Wuhan 430072

[2] Center for Science, Technology & Education Assessment, Wuhan University, Wuhan 430072

[3] Centre for R&D Monitoring, Catholic University of Leuven, Leuven B－3000, Belgium

Abstract: [**Purpose/significance**] Nowadays, team collaboration is considered one of the effective ways to solve the complex scientific and social challenges. By clarifying the related concepts of team and team science, this paper systematically sorts out the development process and status of the emerging interdisciplinary field of SciTS. This paper aims to deepen the related researchers' understanding of the SciTS. [**Method/process**] Employing the methods of bibliometrics, systematic review and knowledge graph, based on clarifying the concepts and connotations of the team and team science, this paper reviewed the development and evolution of SciTS, summarized the current research progress in SciTS from three aspects of research methods, research tools and research contents, and then discussed the possible future development directions. [**Result/conclusion**] SciTS, an emerging interdisciplinary field, integrates various quantitative and qualitative research methods and has made significant progress in four areas: theories and models of team science, characteristics and operation of team, organization and development of team, and measurement and evaluation of team. In the future, the potential quantitative research directions in this area can be summarized as the following four aspects: 1) focusing on the collaboration process and results of research teams and identifying and quantifying the influencing factors of team effectiveness; 2) revealing the characteristics of team cooperation in different disciplines and exploring the scientific quantitative evaluation methods of the team; 3) associating the research results and discoveries in the interdisciplinary field and exploring the best team cooperation mode; 4) introducing theories and methods of scientometrics and deepening the understanding of the development law of team science.

Keywords: team science　science of team science　research team　SciTS　interdisciplinary research